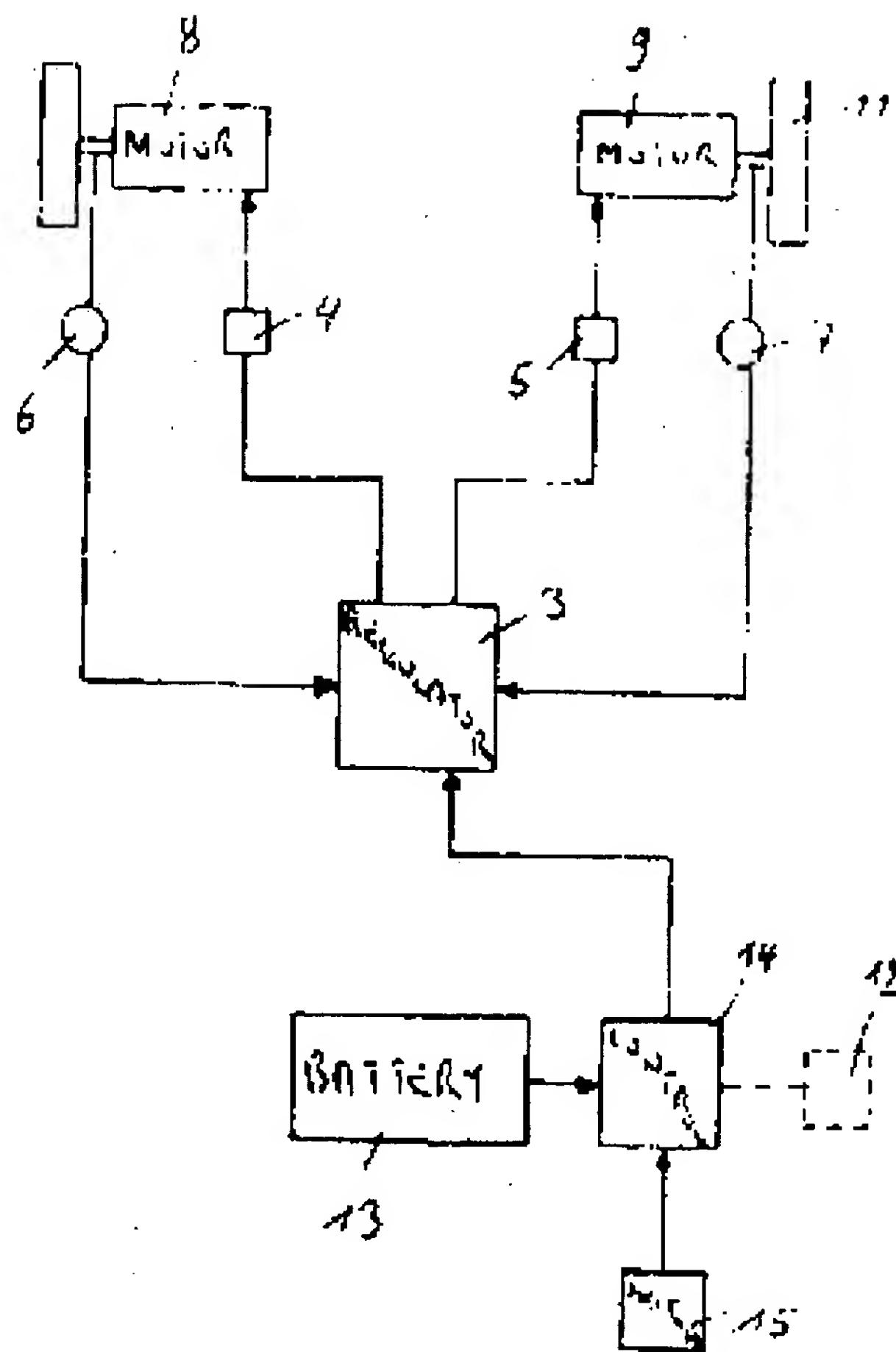


AN: PAT 1990-045660  
TI: Regulating course speed of electric wheelchair taking into account battery capacity when setting max. speed of drive wheels  
PN: **DE3826097-A**  
PD: 08.02.1990  
AB: A device measures the speed of the drive wheels and adjusts the speed if it differs from that set at the lever-operated drive switch. The max. possible speed and therefore the derived speed of the drive wheels is set according to the battery capacity so that, when the measured speed differs from the desired speed, the control reserve is always so great that the increase in motor terminal voltage is set so that the voltage at the drive motor is sufficient to attain the desired speed. As the battery capacity increases, the max. speed is reduced in stages or continuously. Adequate control reserve for drive motor even with falling battery capacity.;  
PA: (ORTO-) ORTOPEDIA GMBH;  
IN: KOERBER H W M;  
FA: **DE3826097-A** 08.02.1990;  
CO: DE;  
IC: A61G-005/04; B60L-015/00;  
MC: S05-G; V06-N; X21-A01A; X21-A04;  
DC: P33; Q14; S05; V06; X21;  
FN: 1990045660.gif  
PR: **DE3826097** 01.08.1988;  
FP: 08.02.1990  
UP: 12.02.1990

THIS PAGE BLANK (USPTO)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 3826097 A1

⑯ Int. Cl. 5:  
B60L 15/00  
A 61 G 5/04

DE 3826097 A1

⑯ Aktenzeichen: P 38 26 097.2  
⑯ Anmeldetag: 1. 8. 88  
⑯ Offenlegungstag: 8. 2. 90

⑯ Anmelder:  
Ortopedia GmbH, 2300 Kiel, DE

⑯ Erfinder:  
Körber, Hans W.M., 2300 Kiel, DE

⑯ Vertreter:  
Schmidt-Bogatzky, J., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 2000  
Hamburg; Wilhelms, R., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.;  
Kilian, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000  
München

⑯ Verfahren zur Regelung von Kurs und Geschwindigkeit von elektrisch angetriebenen Rollstühlen und  
Anordnung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung von Kurs und Geschwindigkeit von elektrisch angetriebenen Rollstühlen mit einer Regelvorrichtung, mit der die Istdrehzahlen der Antriebsräder erfaßt und bei einer Abweichung von der durch die Stellung des mit einem Bedienhebel bedienbaren Fahrschalters vorgegebenen Solldrehzahl an diese nachgeregt werden und eine Anordnung zur Durchführung dieses Verfahrens. Bei Betrieb des Rollstuhls wird an der Regelvorrichtung die mögliche maximale Geschwindigkeit und damit die Solldrehzahl in Abhängigkeit von der vorhandenen Batteriekapazität so eingestellt, daß bei einer Abweichung der Istdrehzahl von der Solldrehzahl die Regelreserve als jeweils mögliche Steigerung der Motorklemmspannung stets so groß ist, daß an den jeweiligen Fahrmotor die für das Erreichen der Solldrehzahl erforderliche Spannung angelegt wird. Der Regler der Regelvorrichtung ist mit einer Sollwertsteuerung für die Maximalgeschwindigkeit verbunden, die den Regler mit einem von der Batteriekapazität abhängigen Sollwert der Fahrgeschwindigkeit beaufschlagt.

DE 3826097 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung von Kurs und Geschwindigkeit von elektrisch angetriebenen Rollstühlen mit einer Regelvorrichtung, mit der die Istdrehzahlen der Antriebsräder erfaßt und bei einer Abweichung von der durch die Stellung des mit einem Bedienhebel bedienbaren Fahrschalters vorgegebenen Solldrehzahl an diese nachgeregelt werden, und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens.

Es ist bekannt, zur Erhöhung des Fahrkomforts und der Fahrsicherheit elektrisch angetriebene Rollstühle mit einer Regelvorrichtung zu versehen, bei der in einem geschlossenen Regelkreis die Differenzen zwischen Soll- und Istdrehzahl ausgeregelt werden. Von außen auf die Antriebsräder einwirkende Störungen können so nicht mehr wirksam die Raddrehzahlen beeinflussen und damit zu einer Änderung der Fahrtrichtung und des Kurses führen. Eine derartige Regelvorrichtung ist beispielsweise durch die DE 33 04 708 C2 bekannt.

Der Nachteil dieser Regelvorrichtungen besteht darin, daß sie stets eine ausreichende Regelreserve als Spannungsdifferenz zwischen der maximal verfügbaren Betriebsspannung und der an den Motor zur Erreichung eines bestimmten Arbeitspunktes für Drehzahl und Drehmoment anzulegenden Spannung erfordern, damit noch eine Nachregelung der Raddrehzahl durch Einwirkung des betreffenden Fahrmotors erzielt werden kann. Wenn z.B. bei nahezu erschöpfter Batterie die Batteriespannung abfällt, kann keine notwendige Regelreserve mehr bereitgestellt werden. Wenn in einem solchen Fall das eine Antriebsrad durch äußere Einflüsse stärker abgebremst wird als das andere Antriebsrad, kann der Fahrmotor des abgebremsten Antriebsrades nicht mehr mit der notwendigen erhöhten Leistung beaufschlagt werden. Hierdurch wird die Regelung wirkungslos mit der Folge, daß das Fahrzeug den gewünschten Kurs nur mangelhaft hält und Steuerungseingriffe des Fahrers erforderlich werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, für eine Regelvorrichtung der eingangs genannten Art ein Verfahren und eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens aufzuzeigen, mit dem es möglich ist, auch bei abfallender Batteriekapazität stets eine ausreichende Regelreserve für einen Fahrmotor vorhalten zu können.

Erfundungsgemäß erfolgt die Lösung der Aufgabe hinsichtlich des Verfahrens durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 und hinsichtlich der Anordnung durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 4. Durch diese Merkmale wird der große Vorteil erzielt, daß sich das Fahrverhalten eines elektrisch angetriebenen Rollstuhls auch bei nahezu entleerter Batterie mit Ausnahme der Reduktion der Maximalgeschwindigkeit nicht ändert. Dadurch bleibt das Fahrzeug für den Benutzer auch dann beherrschbar. Der Fahrkomfort bleibt bis zum Ende der nutzbaren Batteriekapazität erhalten.

Ausgestaltungen der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben. Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnungen näher beschrieben. Es zeigt

Fig. 1 ein Diagramm über den Verlauf der Batteriespannung bei der Entladung von Bleiakkumulatoren,

Fig. 2 ein weiteres schematisches Diagramm mit dem Verlauf von Wirkungsgrad und Regelreserve,

Fig. 3 die Anordnung zur Durchführung des erfundungsgemäßen Verfahrens in einer schematischen Dar-

stellung,

Fig. 4a bis 4c Diagramme über den Zusammenhang zwischen Maximalgeschwindigkeit und Betriebsspannung,

5 Fig. 5 einen potentiometrischen Multiplizierer zur Ermittlung des Sollwertes der Fahrgeschwindigkeit.

Fig. 1 verdeutlicht, daß bei Entladevorgängen von Bleiakkumulatoren die Entladespannung zunächst nur geringfügig abfällt. Nach Überschreiten einer bestimmten Entladezeit verringert sich die verfügbare Spannung extrem schnell.

10 In dem Diagramm in Fig. 2 ist schematisch dargestellt, daß die Regelreserve und der Wirkungsgrad nicht für sich optimiert werden können, da sie gegenläufige Tendenzen aufweisen. Es muß daher stets versucht werden, für beide Größen ein gemeinsames relatives Optimum zu finden. In dem Diagramm ist mit  $\eta_{\max}$  der Wirkungsgrad, mit RR die Regelreserve und mit UN die Motornennspannung eines Permanentmagnet-Motors bezeichnet.

15 Fig. 3 zeigt schematisch eine Anordnung 1, mittels derer die Maximalgeschwindigkeit an die jeweils vorliegende Batteriekapazität angepaßt werden kann. Die Anordnung 1 besteht aus der Regelvorrichtung 2, die üblicherweise einen Regler 3 aufweist. Der Regler 3 ist mit Drehzahlsensoren 6, 7 verbunden. Die Drehzahlsensoren 6, 7 messen die jeweiligen Istdrehzahlen der Antriebsräder 10, 11. Beide Antriebsräder 10, 11 werden jeweils für sich von einem Fahrmotor 8, 9 angetrieben. 20 Jeder Fahrmotor 8, 9 weist ein Stellglied 4, 5 auf, das jeweils mit dem Regler 3 verbunden ist.

25 Der Regler 3 ist mit einer Sollwertsteuerung 14 für die Maximalgeschwindigkeit verbunden, die mit der Batterie 13 in Verbindung steht. Bei abfallender Batteriekapazität wird von der Sollwertsteuerung 14 ein Signal an den Regler 3 weitergegeben, so daß die maximale Fahrgeschwindigkeit angepaßt werden kann. Die Sollwertsteuerung 14 kann programmierbar ausgebildet sein. Hierdurch ist es möglich, daß die Sollwertsteuerung 14 nicht nur die Batteriekapazität, sondern 30 auch beispielsweise das Fahrumfeld berücksichtigt.

35 Die Sollwertsteuerung 14 ist mit einem durch einen kleinen Bedienhebel bedienbaren Fahrschalter 15 verbunden. Der Fahrschalter 15 liefert die originäre Führungsgröße an die Sollwertsteuerung 14, die im Regelfall die vom Benutzer des Fahrzeugs mittels des Bedienhebels vorgegebenen Fahrgeschwindigkeit ist. Der Fahrschalter 15 ist vorzugsweise als Kreuzsteuereinheit 40 ausgebildet, die entsprechend ihrer Achsabschnitte zwei voneinander unabhängige Signale in allen vier Quadranten liefert. Die Kreuzsteuereinheit ist so in einem Bediengerät untergebracht, daß ihre Koordinaten mit Längs- und Querachse des Rollstuhls übereinstimmen. Die Signale der Kreuzsteuereinheit sind den Rollstuhlbewegungen derart zugeordnet, daß Längsauslenkungen des Bedienhebels die Soll-Geschwindigkeit nach vorwärts bzw. rückwärts und Querauslenkungen den Soll-Kurs nach rechts bzw. links oder je nach Rollstuhlausgestaltung die Translations- und Rotations-Geschwindigkeit repräsentieren. Für die Funktion der beschriebenen Anordnung 1 sind für einen Permanentmagnet-Motor die folgenden in zulässiger Weise vereinfachten Beziehungen zugrundegelegt:

$$U_{KL} = R_A \cdot I_A + k \cdot \omega \quad (1)$$

$$M = k \cdot I_A \quad (2)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (3)$$

Es bedeuten:

$U_{KL}$  Motorklemmenspannung

$R_A$  Ankerkreis-Widerstand

$I_A$  Ankerstrom

$k$  Motorkonstante

$\omega$  Anker-Winkelgeschwindigkeit

$M$  Anker-Drehmoment

Ludolfsche Zahl

$n$  Anker-Drehzahl

Mit Gleichung (2) und (3) in Gleichung (1) ergibt sich

$$U_{KL} = R_A \cdot \frac{M}{k} + k \cdot \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (4)$$

Diese zeigt, daß die am Motor anliegende Klemmenspannung die Summe zweier Produkte darstellt. Das erste Produkt ist dem am Anker auftretenden Drehmoment, das zweite der Anker-Drehzahl proportional. Zur Einnahme eines bestimmten Arbeitspunktes ist der Motor somit mit einer definierten Spannung zu beaufschlagen.

Um bei einer Maximalgeschwindigkeit des Rollstuhls ( $n = n_{max}$ ) diese trotz auftretenden Hindernisses und/oder zu befahrender Steigung konstant zu halten, muß die Motorklemmenspannung erhöht werden:

$$U_{KL} + \Delta U_{KL} = R_A \cdot \frac{M + \Delta M}{k} + k \cdot \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (5)$$

Für den Fahrbetrieb stellt die Beziehung

$$U_B = U_{KL} + \Delta U_{KL} \quad (6)$$

die maximal mögliche an den Motor anlegbare Spannung dar, wobei  $\Delta U_{KL}$  die jeweils mögliche Steigerung der Motorklemmenspannung als Regelreserve darstellt. Der Grenzwert ist dann erreicht, wenn die Motorklemmenspannung  $U_{KL}$  ihren maximal möglichen Wert, nämlich die Batteriebetriebsspannung  $U_B$  erreicht hat. In diesem Fall ist keine Regelreserve mehr vorhanden. Bei gegebener Fahrsituation, bei der das Wertepaar  $M/n$  konstant ist, reduziert sich die Regelreserve um den Batteriespannungsabfall. Damit der Motor einen möglichst hohen Wirkungsgrad aufweist, ist anzustreben, die Regelreserve relativ klein zu halten, was in dem Diagramm Fig. 2 verdeutlicht wird. Für konstante Drehzahlen kommt es bei Batteriespannungseinbrüchen folglich zwangsläufig zu entscheidenden Regelreservebeschränkungen. Soll die Reglerfunktion aufrechterhalten bleiben, muß daher die Bedingung

$$U_B > U_{KL} + \Delta U_{KL} \quad (7)$$

eingehalten werden. Dies läßt sich durch Rücknahme des Sollwertes der Maximalgeschwindigkeit bei fallender Batteriespannung (Batteriekapazität) erzielen. Da die Fahrgeschwindigkeit proportional der Drehzahl des

Ankers ist, gilt auch

$$n_{max} = f = (U_B) \quad (8)$$

In Fig. 4a ist dargestellt, daß die maximal mögliche Fahrgeschwindigkeit linear von der Batteriebetriebsspannung abhängt. Soll die Regelreserve bei variabler Betriebsspannung konstant gehalten werden, darf die Fahrgeschwindigkeit nur bis zu der in Fig. 4b gezeigten strichpunktiierten Linie vorgegeben werden. Der hiermit verbundene funktionale Zusammenhang ist in Gleichung (9) beschrieben.

Da nur der in den Fig. 4b und 4c zwischen den Grenzen Min. und Max. gekennzeichnete Bereich der Betriebsspannung technisch ausnutzbar ist, ist es für den praktischen Fahrbetrieb zulässig, auf eine gleichbleibende Regelreserve zu verzichten. Die dann vereinfachten Verhältnisse zeigt Fig. 4c mit der Gleichung

$$V_{max} = P_2 \cdot U_B \quad (10)$$

Diese Gleichung (10) wird für die Funktion der Anordnung 1 berücksichtigt.

20 Die vorgegebene Soll-Fahrgeschwindigkeit hängt primär vom Auslenkwinkel der Kreuzsteuereinheit in der entsprechenden Achse ab. Im einfachsten Fall ist der Zusammenhang linear

$$V = f(\gamma) = P_3 \cdot \gamma \quad (11)$$

25 Es bedeutet

$V$  Geschwindigkeits-Sollwert

$\gamma$  Kreuzsteuereinheit-Auslenkwinkel einer Achse

$P_3$  Proportionalitätsfaktor

Wird für Gleichung (11) Gleichung (10) gem. Fig. 4c berücksichtigt ergibt sich

$$V = f(\gamma, U_B) = P_4 \cdot \gamma \cdot U_B \quad (12)$$

wobei  $P_4$  ein Proportionalitätsfaktor ist.

Die Soll-Fahrgeschwindigkeit ist somit mit dem Auslenkwinkel der Kreuzsteuereinheit und der Betriebsspannung multiplikativ verknüpft. Weitere funktionale Zusammenhänge können ggf. berücksichtigt werden, sofern hierdurch spezifische Vorteile erzielt werden. Hierfür ist die Sollwertsteuerung 14 gem. Fig. 3 vorgesehen, die die jeweiligen Beziehungen zwischen der Geschwindigkeit  $V$ , dem Auslenkwinkel  $\gamma$ , der Kreuzsteuereinheit und der Batteriebetriebsspannung  $U_B$  berücksichtigt.

Eine multiplikative Verknüpfung gem. Gleichung 12 ist auf verschiedene Weise ausführbar und kann analog 45 oder digital, mechanisch, hydraulisch und/oder pneumatisch erfolgen. Fig. 5 stellt als Beispiel einen potentiometrischen Multiplizierer 16 dar. Ein Potentiometer 17 ist mit der Batteriebetriebsspannung  $U_B$  beaufschlagt. Der Schleifer 18 des Potentiometers 17 wird analog zu dem 50 Auslenkwinkel der Kreuzsteuereinheit verstellt. Das am Schleifer 18 gemessene Potential wird dann mit dem verglichen, das bei der Schleiferruhestellung als Schleiferruhpotential auftritt. Diese Potentialdifferenz stellt eine Signalspannung dar, die die oben genannte Gleichung (12) erfüllt.

Bei Kreuzsteuereinheiten, bei denen die Auslenkachsen der Rollstuhl-Fahrgeschwindigkeit sowie dem Rollstuhl-Kurs entsprechen, ist nur der Sollwert des Geschwindigkeitspegels von der Betriebsspannung abhängig, um keine Rückwirkungen auf den Kurs zu erzeugen. Bei derartigen Rollstühlen ist im Regelfall eine Zwangslenkung erforderlich. Sofern die Kreuzsteuereinheit in 60 ihren Achsen die Translation und Rotation vorgibt, können beide Sollwert-Kanäle im gleichen Maße in Abhängigkeit von der Batteriebetriebsspannung stehen, um den Kurs unabhängig von der Batteriebetriebsspannung zu halten. Derart ausgebildete Rollstühle sind besonders wendig, da sie frei bewegliche Schwenkräder

besitzen können und ein gegensinniges Drehen der Antriebsräder möglich ist.

triebsspannung der Batterie (13) verbunden ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Regelung von Kurs und Geschwindigkeit von elektrisch angetriebenen Rollstühlen mit einer Regelvorrichtung, mit der die Istdrehzahlen der Antriebsräder erfaßt und bei einer Abweichung von der durch die Stellung des mit einem Bedienhebel bedienbaren Fahrschalters vorgegebenen Solldrehzahl an diese nachgeregt werden, dadurch gekennzeichnet, daß bei Betrieb des Rollstuhls an der Regelvorrichtung die mögliche maximale Geschwindigkeit und damit Solldrehzahl in Abhängigkeit von der vorhandenen Batteriekapazität so eingestellt wird, daß bei einer Abweichung der Istdrehzahl von der Solldrehzahl die Regelreserve als jeweils mögliche Steigerung der Motorklemmspannung stets so groß ist, daß an den jeweiligen Fahrmotor die für das Erreichen der Solldrehzahl erforderliche Spannung angelegt wird. 5

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit abnehmender Batteriekapazität die jeweils mögliche maximale Fahrgeschwindigkeit stufenweise verkleinert wird. 25

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mit abnehmender Batteriekapazität die jeweils mögliche maximale Fahrgeschwindigkeit kontinuierlich verringert wird. 30

4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die im Fahrbetrieb jeweils mögliche maximale Fahrgeschwindigkeit so eingeregt wird, daß die jeweils vorhandene Batteriebetriebsspannung stets größer ist als die Summe von aktueller Motorklemmspannung und vorhandener Regelreserve. 35

5. Verfahren nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei Ausbildung des Fahrschalters als Kreuzsteuereinheit die jeweils mögliche maximale Fahrgeschwindigkeit proportional zum Produkt aus jeweils vorhandener Batteriebetriebsspannung, Auslenkwinkel einer Achse der Kreuzsteuereinheit und einem rollstuhlantriebsspezifischen Proportionalitätsfaktor eingeregt wird. 40

6. Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (3) der Regelvorrichtung (2) mit einer Sollwertsteuerung (14) für die Maximalgeschwindigkeit verbunden ist, die den Regler (3) mit einem von der Batteriekapazität abhängigen Sollwert der Fahrgeschwindigkeit beaufschlagt. 50

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwertsteuerung (14) für die Maximalgeschwindigkeit programmierbar ist. 55

8. Anordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwertsteuerung (14) mit einer Programmierseinheit (12) verbunden ist.

9. Anordnung nach Anspruch 6 bis 8, bei der der Fahrschalter als Kreuzsteuereinheit ausgebildet ist, dessen Koordinaten der Längsachse und Querachse des Rollstuhls zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Sollwertsteuerung (14) für die Vorgabe des Sollwertes der maximalen Fahrgeschwindigkeit mit den Meßwertgebern für die Auslenkwinkel der Achsen der Kreuzsteuereinheit des Fahrschalters (15) und Meßwertgebern für die Be- 60

65

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

—Leerseite—

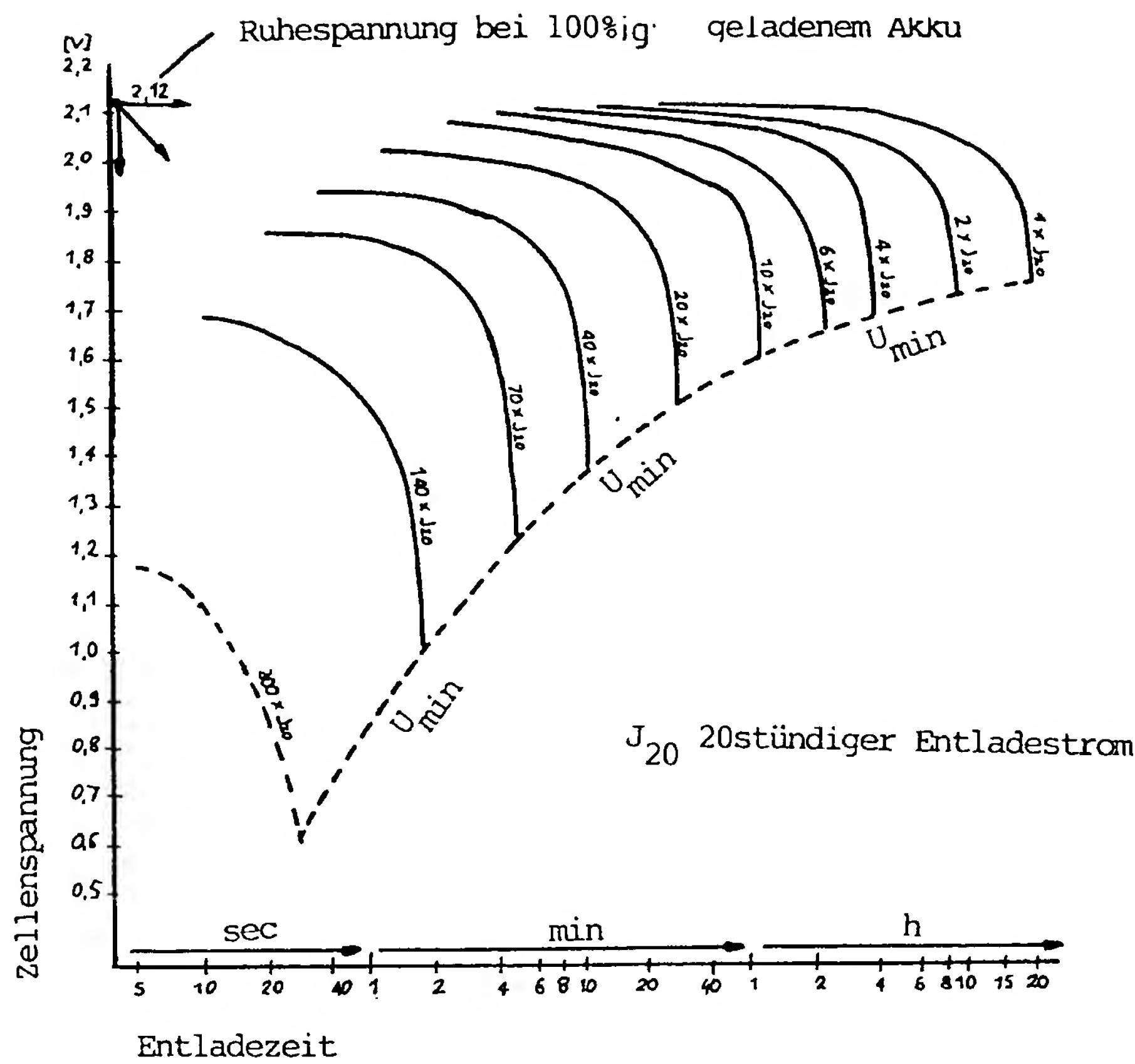
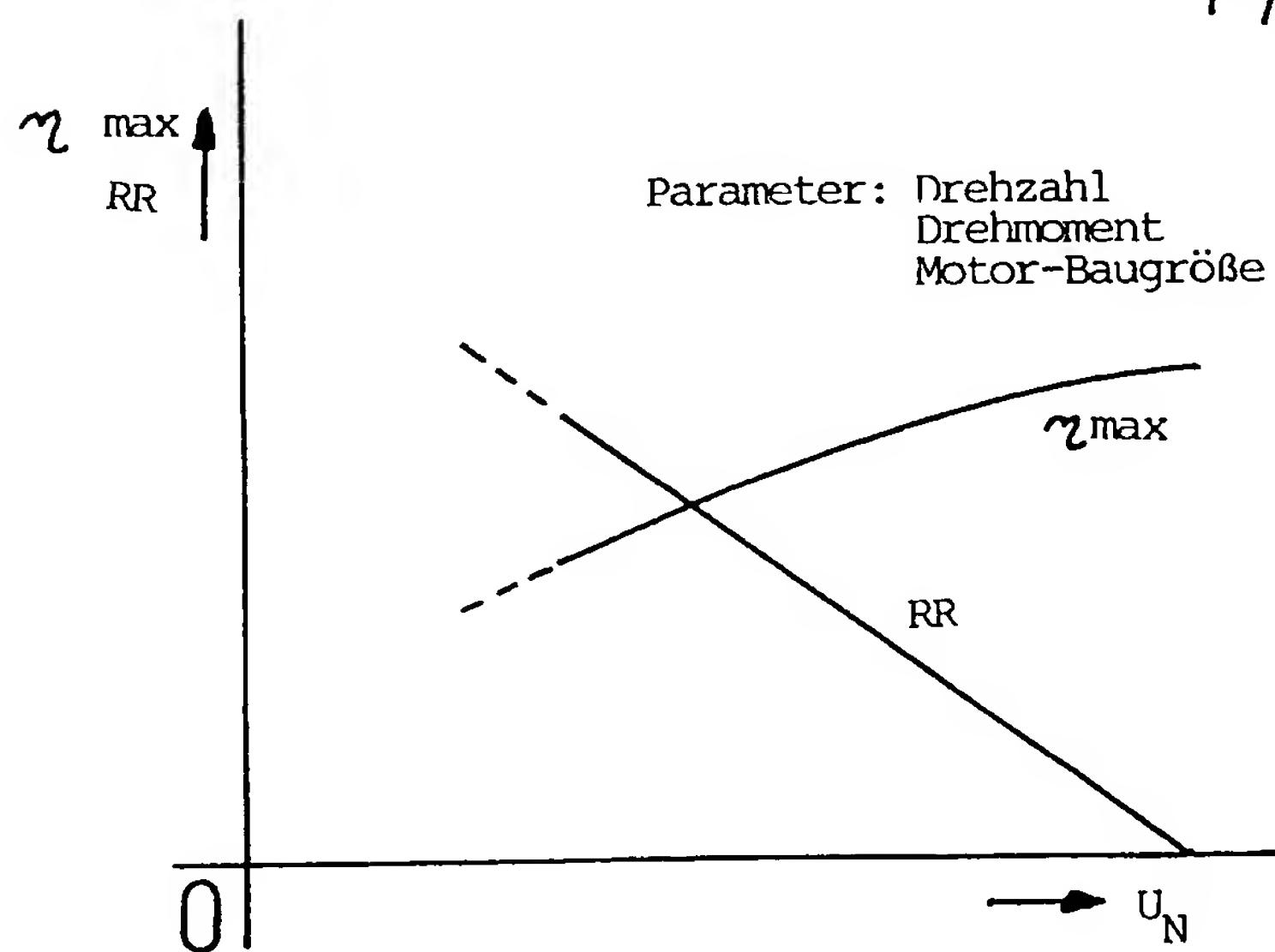


Fig. 1

Fig. 2



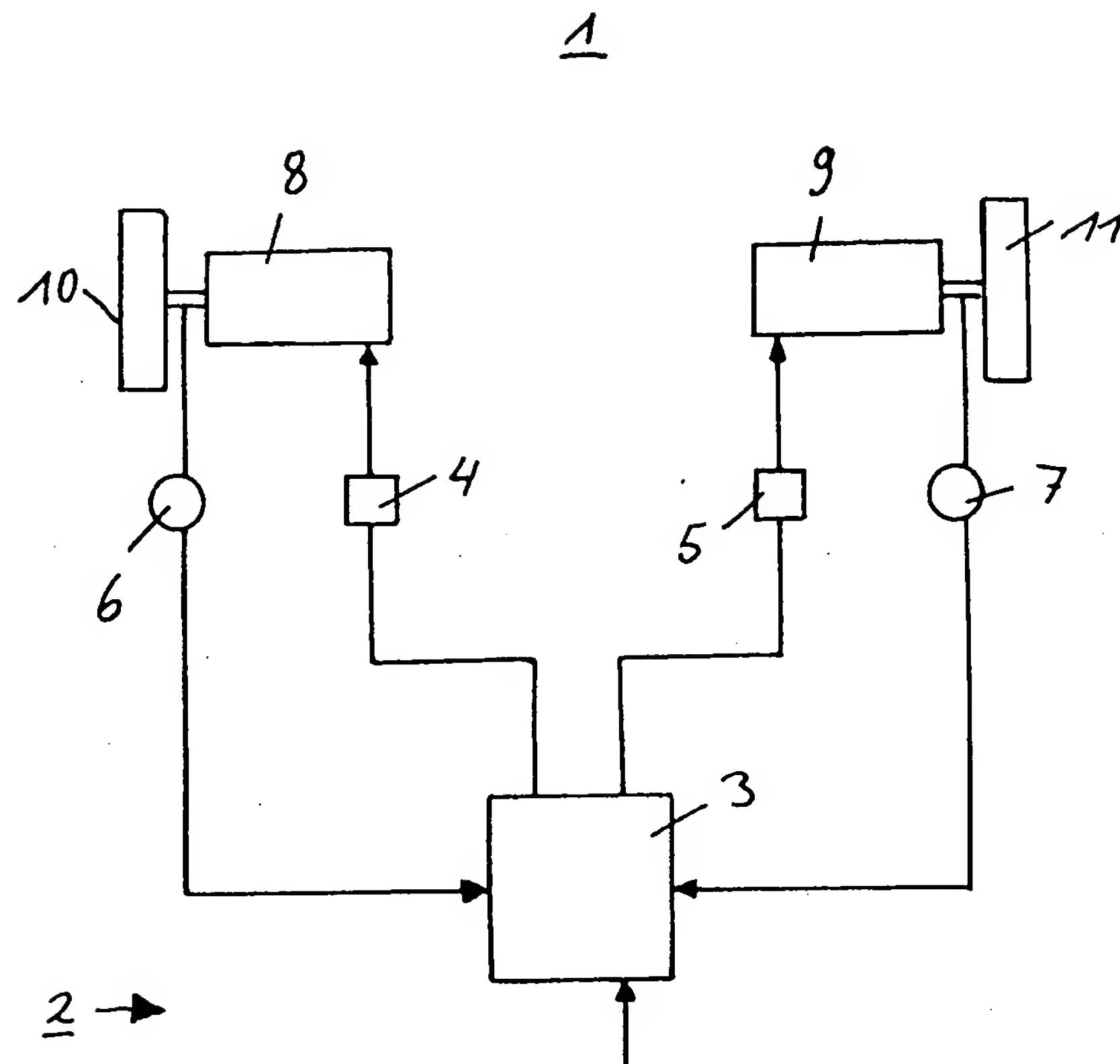


Fig. 3

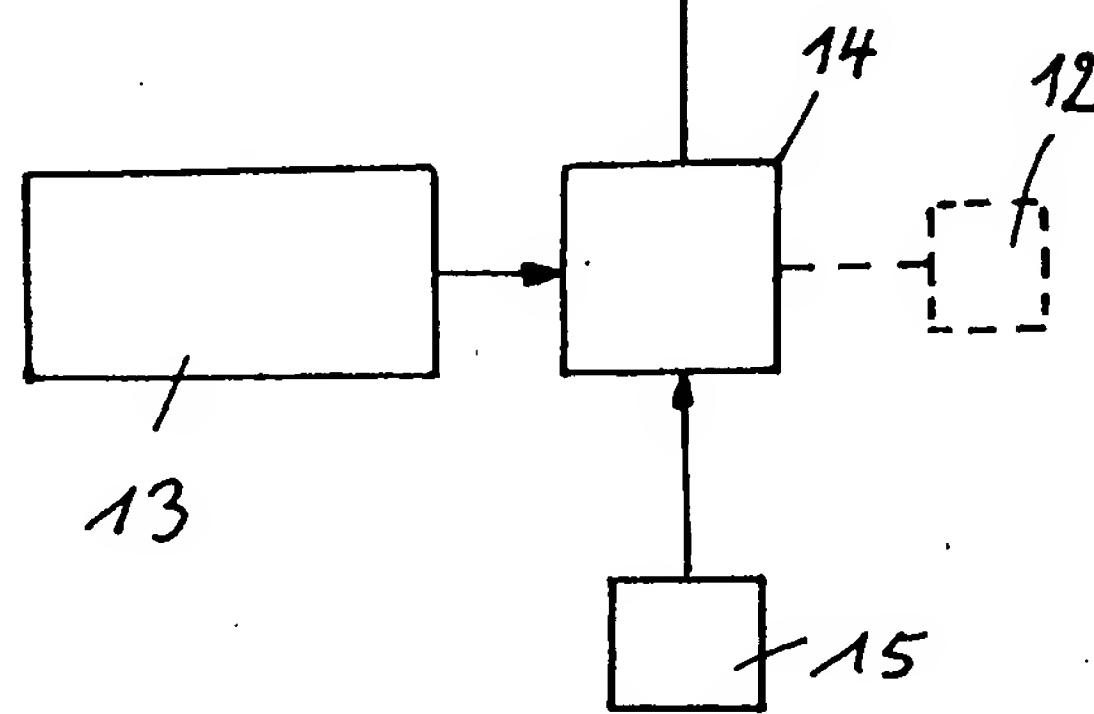
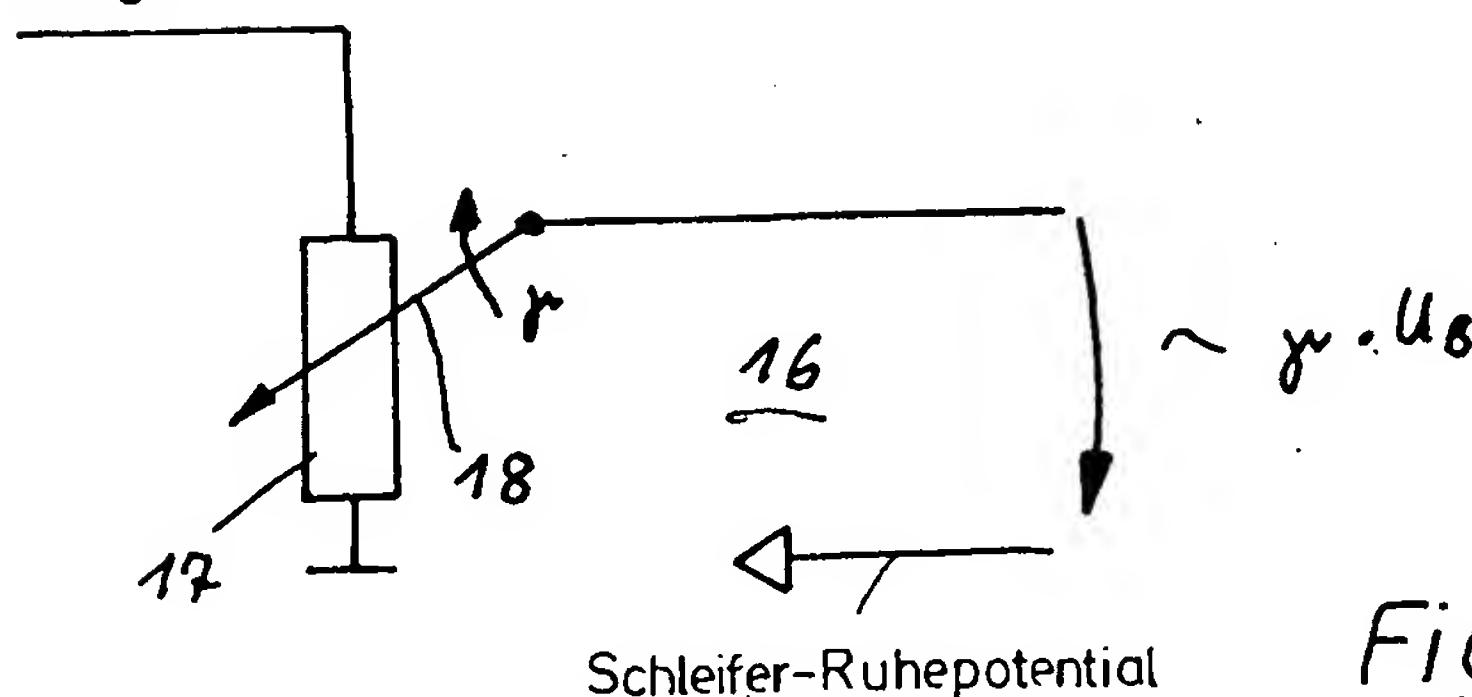
 $+ U_B$ 

Fig. 5

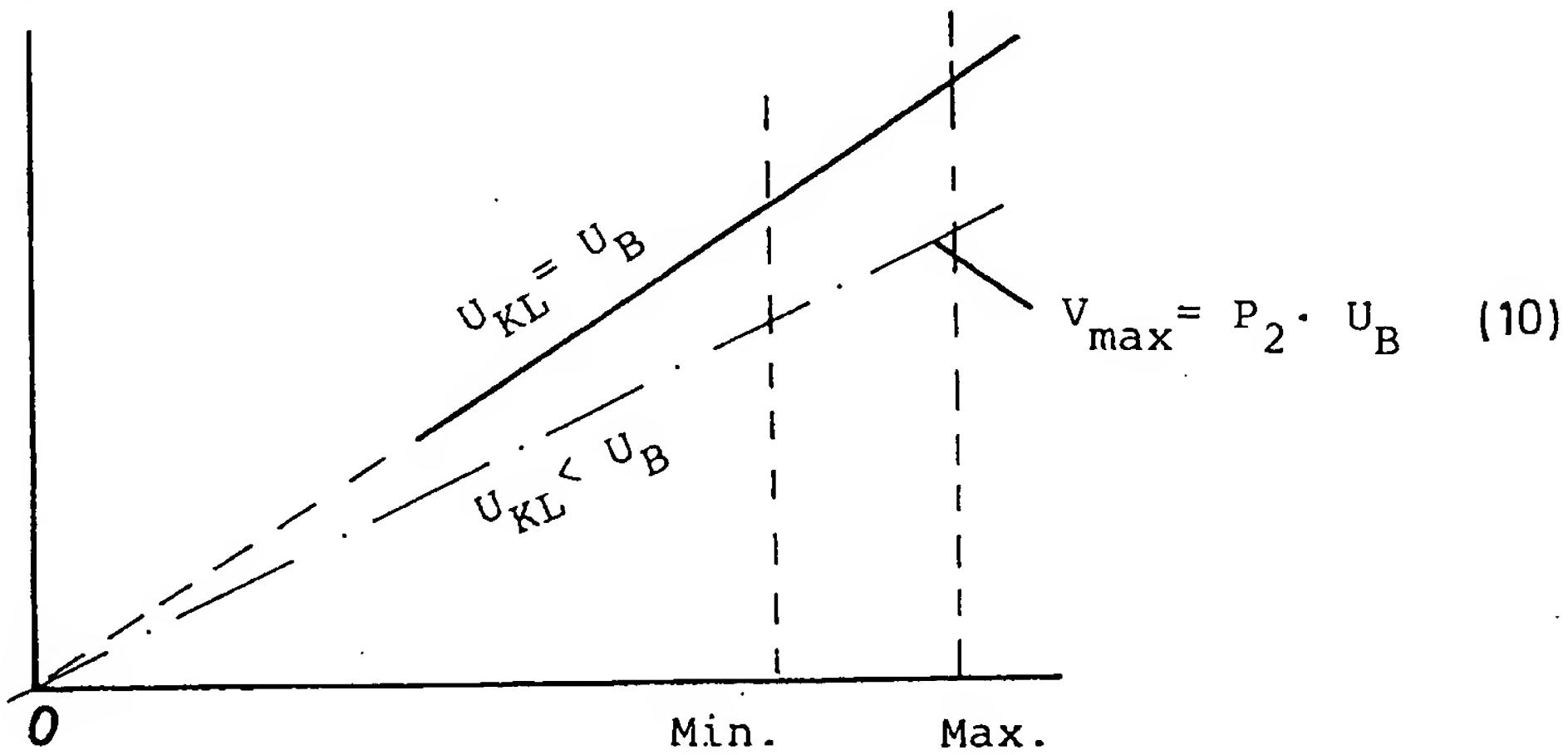
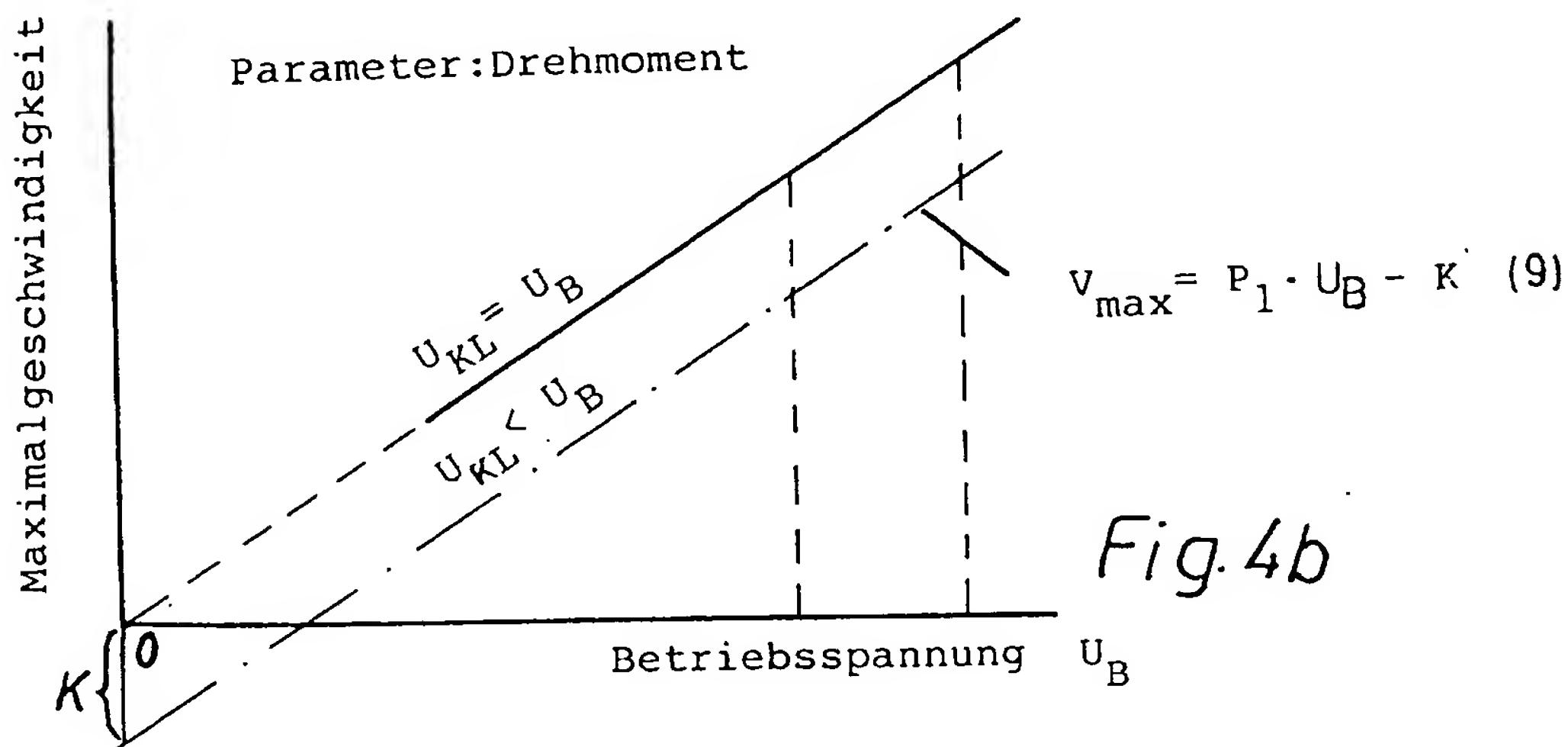
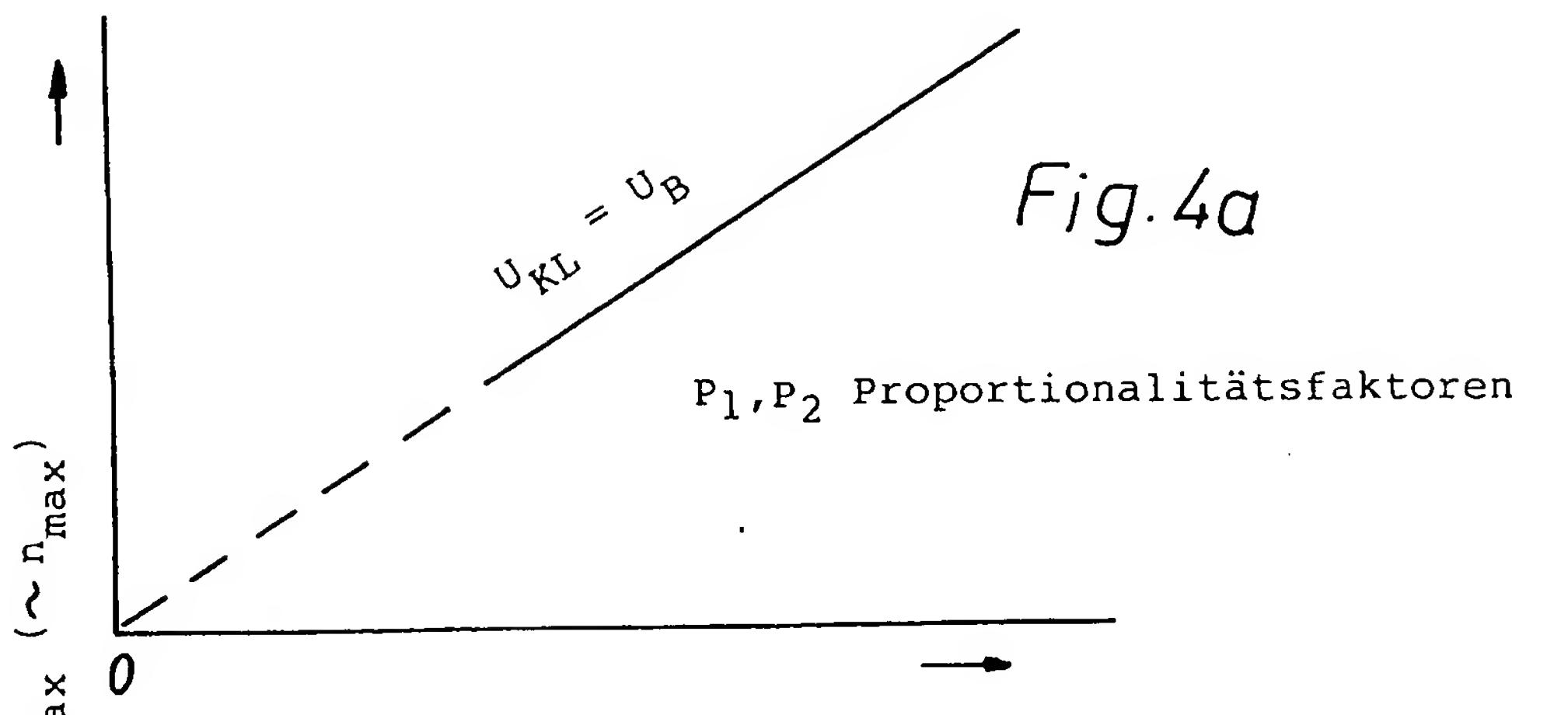


Fig. 4c